

INGENIO Twist Bike Atlantic

Introduzione

Nel mondo delle biciclette ha fatto il suo ingresso in questi giorni Twist Bike Atlantic di Dobertec, la prima bici dotata di un innovativo sistema di trasmissione ad elevato rendimento basato sul motore che Leonardo descrisse nel Codice Atlantico, che oggi è in grado di sfruttare al meglio un sistema biomeccanico di pedalata con un movimento a *step*, tipico di alcune ideazioni leonardesche. La prima Twist Bike nasce nel 1998 da un'intuizione originale dell'ing. Marco Antonelli che, dopo aver visto alcune riproduzioni di disegni di Leonardo, in particolare l'imbarcazione a pale verticali descritta nel Codice Atlantico, f. 1063 r (1487-1489), ha pensato di applicare lo stesso concetto ad una bicicletta progettando e sviluppando un nuovo tipo di trasmissione. Il progetto di Dobertec va perfino oltre l'innovazione tecnologica e l'eccellenza ingegneristica della sua trasmissione, oggetto di studi universitari e di un centro di ricerca di medicina sportiva. Infatti grazie all'esclusività del suo design e alla realizzazione ad opera dei migliori artigiani italiani di fama ed abilità uniche al mondo, la Twist Bike Atlantic è stata presentata in anteprima mondiale alla Triennale di Milano.

Twist Bike Atlantic

Fatta eccezione per i primi prototipi ideati tra il 1818 (von Drais) e il 1870 (velocipede di Starley), per i successivi 150 anni il sistema di trasmissione della bicicletta è rimasto praticamente inalterato. Importanti innovazioni hanno però riguardato i materiali impiegati volti alla ricerca di maggiore leggerezza e resistenza e lo spessore della catena che ha subito progressive riduzioni dato il sempre maggiore numero di pignoni montati.

L'affermazione della bici come veicolo da trasporto, oltre che sul puro divertimento, risiede essenzialmente su tre fattori tecnici: facilità di realizzazione e installazione, facilità di manutenzione, alto rendimento meccanico (in assenza di deragliatori).

Tuttavia accanto ai numerosi aspetti positivi che ne hanno decretato il successo, il sistema di pedalata tradizionale (PT) a cui siamo tutti abituati presenta anche dei difetti: primo fra tutti non è in grado di consentire al ciclista di trasmettere ai pedali una forza costante. Il tipico andamento della forza impressa è di tipo sinusoidale con un massimo tra 90° e 180° di angolo di pedivella. Contemporaneamente, in assenza di particolari accorgimenti o tecniche, la maggior parte delle persone tende a generare una coppia resistente al moto tra 180° e 360° fornendo una forza negativa diretta verso il basso durante la fase di risalita.

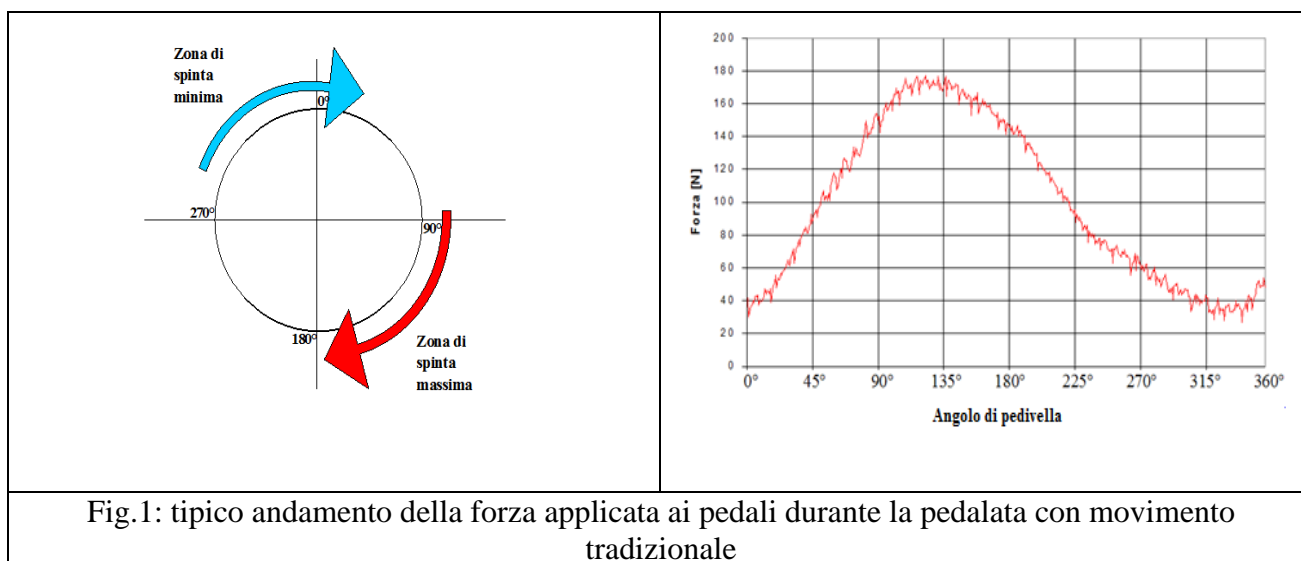


Fig.1: tipico andamento della forza applicata ai pedali durante la pedalata con movimento tradizionale

Per ovviare almeno in parte a questi inconvenienti, negli anni sono state proposte soluzioni

alternative come ad esempio corone ellittiche, pedivelle a geometria variabile, pedali clipless, ma anche veri e propri sistemi di trasmissione. Il sistema Twist Bike ideato e sviluppato nel corso di 14 anni dall'ing. Marco Antonelli di Dobertec e presentato in anteprima alla Triennale di Milano dal 15 al 20 maggio 2012 è un sistema totalmente innovativo dal punto di vista meccanico e che in più si connota per l'esclusività di un progetto che poggia su 4 eccellenze italiane: 1) il 'motore di Leonardo' (cioè un sistema di propulsione umana basato sulla trasformazione di due moti rotatori intermittenti in un unico moto rotatorio continuo) 2) la tecnologia e la ricerca (nella progettazione e nella sperimentazione meccanica e nell'ambito medico fisiologico, vantando la collaborazione con ricercatori universitari dell'Università di Pavia in diverse discipline) 3) il Design 4) la realizzazione artigianale ad opera di maestri indiscussi del *made in Italy*.

Nell'elaborazione del design di Twist Bike Atlantic, anch'esso opera dell'ingegner Antonelli, sono state prese ad esempio e studiate approfonditamente le sapienti forme disegnate dalla natura; il nome stesso Dobertec ricorda il Dobermann, immagine evocatrice di potenza e di eleganza e suggestioni delle forme animali si ritrovano nel disegno dei pedali (zampe posteriori pronte a scattare) e in quello della forcella anteriore che rielabora in chiave tecnologica la forma dell'articolazione di una zampa anteriore.

Tutto questo ha dato vita alla Twist Bike Atlantic frutto di uno studio e di una ricerca iniziata nel 1998 dall'ideatore ed inventore ing. Marco Antonelli e che ha visto negli ultimi anni la collaborazione dell'ing. Carlo Rottenbacher, ricercatore di Meccanica applicata presso l'Università di Pavia.

Twist Bike Atlantic è una bicicletta a pedalata a *step* con moto dei pedali pressoché rettilineo alternato invece che circolare come nella PT. Tale movimento, grazie alla trasmissione Dobertec, garantisce una forza motrice migliorata per tutta la fase di spinta della pedalata. La trasmissione comprende due pedali/leve infulcrati all'estremità posteriore del telaio e collegati alla trasmissione mediante cinghie. Il cuore della trasmissione è un meccanismo brevettato estremamente sofisticato ed efficiente che ha richiesto anni di sviluppo e ricerca e che permette di disaccoppiare il moto rettilineo dei pedali in un moto rotatorio continuo da trasmettere al pignone della ruota posteriore. I test e le validazioni di questo innovativo sistema di trasmissione sono stati condotti su un prototipo costruito nel 2008 volto a comparare le prestazioni con un sistema PT di pari caratteristiche e sono stati realizzati presso il Centro di Medicina dello Sport della clinica Maugeri di Pavia.

Dal punto di vista biomeccanico particolare interesse è stato rivolto allo studio delle forze esercitate durante la pedalata e alle coppie sviluppate alle articolazioni. Per far ciò è stato sviluppato un sistema di calcolo per l'analisi cinematica e dinamica della pedalata all'interno del quale inserire direttamente le forze realmente applicate al pedale e, successivamente, mediante analisi cinematica inversa risalire alle coppie alle articolazioni. Il prototipo è stato strumentato con sensori di forza e potenziometri lineari per l'acquisizione della corsa dei pedali al fine di conoscere ed acquisire l'entità e l'andamento delle forze.

I test fisiologici, realizzati mediante apposito protocollo sono stati effettuati mediante uso di metabografo; esso è uno strumento che permette di analizzare il consumo energetico del soggetto a livello di metabolismo centrale (consumo di O₂ e produzione di CO₂) e tramite prelievi di lattati ematici che consentono di studiare l'andamento della produzione di acido lattico nel sangue ed il conseguente affaticamento muscolare.

Il confronto dei risultati ottenuti dalle due tipologie di trasmissione ha permesso di evidenziare quanto atteso in fase di progetto:

- le coppie alle articolazioni di ginocchio ed anca sono inferiori mentre quelle alla caviglia sono comparabili a quelle riscontrate nella PT;
- con rapporti da leggeri a medi la Twist Bike richiede un impegno energetico significativamente minore rispetto a una bicicletta tradizionale fino ad una potenza erogata di circa 200 W. Con rapporti duri il dispendio energetico è analogo a quello della pedalata tradizionale;
- il consumo di ossigeno per potenze basse e medie è inferiore fino al 20%;
- analogo andamento è riscontrato per la frequenza cardiaca e per la produzione di CO₂;
- col primo prototipo nel caso di carichi elevati si registrava una produzione di lattati ematici

leggermente superiore (+10%) rispetto al caso PT, nelle prove con rapporti duri e per potenze superiori a 100 W. Questo aspetto è stato eliminato ridefinendo alcuni elementi della trasmissione per una migliore innervazione muscolare.

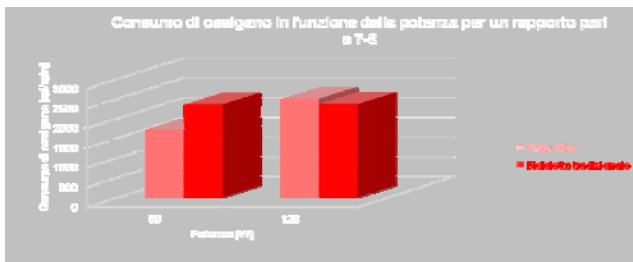


Fig.2: confronto del consumo di O₂ tra TB e PT

	Valor medio TB	Valor massimo TB	Valor medio MTB	Valor massimo MTB
Coppia all'anca [Nm]	12,23	51,10	20,46	97,86
Coppia al ginocchio [Nm]	-0,44	27,79	-5,68	20,39
Coppia alla caviglia [Nm]	15,7	42,00	10,93	30,78

Fig.3: confronto dei valori di coppia articolare in TB e PT

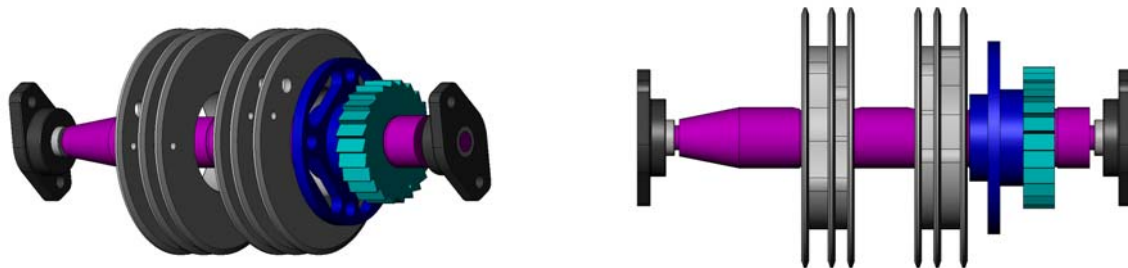


Fig.4: particolare della trasmissione TB di Dobertec

In conclusione Twist Bike Atlantic è un oggetto unico che raccoglie in se l'eccellenza italiana nell'inventiva, nella ricerca scientifica e tecnologica, nel design ed infine nella maestria realizzativa.

Bibliografia

- "Studio analitico-sperimentale della pedalata su Twist-bike a confronto con una bicicletta a pedalata tradizionale"; Relatore: Prof. G. Mimmi, Correlatore: Ing. C. Rottenbacher, Candidato: A Ballabio Corso di Laurea in Ingegneria Meccanica, A.A. 2008/2009
- "Valutazione del rendimento biomeccanico nel ciclismo: il caso 'Twist-bike'"; Relatore: Prof. L. Magni, Correlatore: Ing. F. Di Palma, Candidato: M. Brera Corso di Laurea in Ingegneria Informatica, A.A. 2010/2011
- Dobertec
<http://www.dobertec.com/>
- Triennale di Milano
<http://www.triennale.it/it/calendario/calendario-eventi-list/1089-twist-bike>
- Consorzio Material Connexion
<http://it.materialconnexion.com/>

- Mimmi G., Pennacchi P., Frosini L. "System for the biomechanical analysis of pedalling" Proc. 5th Symposium on Computer Methods in Biomechanics & Biomedical Engineering, Rome, Italy, (2001).
- Mimmi G., Rottenbacher C., Frosini L., Negri A. "An Original 3-D Cycle Ergometer (3-DCE) for Three-Axial Force Measurements", *Proceedings of 2nd IASTED International Conference on Biomechanics*, Honolulu, Hawaii, Usa, 23-25 August, 2004.
- Mimmi G., Rottenbacher C., Bonandrini G. "Pedalling Strength Analysis in Pathological and Non-pathological Subjects on Cycle-ergometer Instrumented with Three-components Pedals" *Proceedings of 12th IFToMM World Congress*, Besançon (France), June 18-21, 2007.
- Rottenbacher C., Bonandrini G., Mimmi G., Buzzi E. "Special Cycle-Ergometer to Optimize the Rider Position through Force Measurement" negli atti di *AIMETA '07 - XVIII Congresso AIMETA di Meccanica Teorica e Applicata*, Brescia, 11-14 Settembre 2007. Atti su cd rom. Abstract p. 134.
- Rottenbacher C., Zaccaria D., Gualea M. R., Mimmi G., Bonandrini G., Buzzi E. "A Study on the Biomechanical Efficiency of Different Cycling Positions" *AIMETA '09 - XIX Congresso AIMETA di Meccanica Teorica e Applicata*, Ancona, September 14-17, 2009.
- Di Palma F., Rottenbacher C. E., Bonandrini G., Mimmi G., Zaccaria D., Gualea M.R., Bottinelli R., "The effect of Seat-Tube-Angle on Biomechanical efficiency in cycling investigated by a new statistical methodology" *European Journal of applied Physiology* (submitted)